



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

DUM 11 téma: Bezdrátové sítě

ze sady: 3 tematický okruh sady: III. Ostatní služby internetu
ze šablony: 8 - Internet určeno pro: 4. ročník
vzdělávací obor: 26-41-M/01 Elektrotechnika - Elektronické počítačové systémy
vzdělávací oblast: odborné vzdělávání
metodický list/anotace: viz VY_32_INOVACE_08311ml.pdf

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Radiokomunikace

Zvláštní skupinou komunikačních technologií jsou metody založené na využití radiových vln. Obecně se jedná o elektromagnetické vlnění o frekvencích od stovek Hz do stovek GHz, přičemž spodní okraj se mírně překrývá s oblastí slyšitelných kmitočtů (do 22-25 kHz). Pro datové komunikace pak používáme frekvence od desítek MHz.

Každý elektrický signál, procházející vodičem (tedy elektrický proud) vytváří ve svém okolí elektromagnetické pole. Pokud je tento signál střídavý, dochází v okolí vodiče ke vzniku elektromagnetických vln díky „snaze“ energie opustit prostor pevného vodiče a šířit se dále prostorem samostatně. Tento jev nazýváme vyzařování a je výraznější se zvyšující se frekvencí.

Modulace

Pro datové komunikace můžeme používat řadu způsobů, jak do elektromagnetických (pro zjednodušení dále jen „radiových“) vln vložit informaci kterou chceme přenést. Nejjednodušší variantou je informaci kódovat pomocí existence a neexistence radiového signálu (klíčování), tedy principem bezdrátového telegrafu. Množina přenášených symbolů se tak omezuje jen na 0 a 1 – pomocí kterých musíme před vysláním vyjádřit složitější informace (čísla a znaky) a po příjmu je znovu na původní symboly převést.

Hovoříme pak o symbolové rychlosti (počet skutečně přenesených symbolů za jednotku času) a efektivní přenosové rychlosti (počet znaků vstupní a výstupní abecedy kanálem přenesených). V tomto případě bude symbolová rychlost daleko vyšší než efektivní (pro přenos jednoho znaku abecedy potřebujeme 3-4 symboly).

Jinými způsoby kódování proudu dat do radiového provozu jsou nejrůznější typy analogových či diskrétních modulací. Jejich realizaci zajišťuje modulátor, který původní radiový signál (tzv. nosnou frekvenci) upravuje v závislosti na obsahu dat, která chceme přenášet. Z analogových variant jsou nejčastější amplitudová modulace (AM) – velmi jednoduchý způsob, který průběžně mění - zesiluje či zeslabuje – nosnou frekvenci. Tento způsob modulace je používal jako jeden z prvních, je technicky velmi dobře zvládnutý, spolehlivý, ale vyžaduje od přijímací strany cvik a dávku tolerance při zpětné rekonstrukci přenášené informace. Přenos je vždy zatížen zkreslením a chybami. Pro svou jednoduchost a spolehlivost se dodnes používá například v letectví (kdy i při současném vysílání dvou stanic jsou obě alespoň částečně slyšitelné a podobně). Některé rozhlasové stanice na velmi nízkých frekvencích tuto modulaci také dnes používají, na svém přijímači je najdete pod zkratkami „MW či SV a DV nebo prostě



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

AM). Pro speciální účely se používají i odvozené varianty USB (nezaměňovat se sběrnicí USB!) a LSB – zejména u radioamatérů a komunikací na extrémně dlouhé vzdálenosti tisíců kilometrů.

Známější variantou je modulace frekvenční (FM), kdy modulátor v závislosti na změnách přenášené informace mírně rozladí původní nosnou frekvenci. Tato modulace je energeticky účinnější a umožňuje kvalitnější přenos analogového signálu (audia). Používá se dnes velmi často v rozhlasovém vysílání (zkratka VKV nebo FM) na frekvencích od 80 do 100 MHz, a dále u profesionálních radiových sítí v rozsahu 100 až 400 MHz.

Další modulace jsou už digitální a přenášejí tedy diskrétní (vzájemně rozlišitelné a oddělené) stavy. Například fázová modulace (PM), která při změně stavu otočí fázi nosné vlny a její další složitější kombinace FSK, PSK, QPSK, QAM, QAM512 atd... jejichž vysvětlení je mimo rozsah této kapitoly.

Podstatné je, že i tyto modulace využívají určité nosné frekvence a mnohdy rozlišují více přenášených symbolů, než je rozsah abecedy, která do komunikačního řetězce vůbec vstupuje. V jenom okamžiku tak můžeme přenášet i několik znaků najednou a symbolová rychlost pak může být i nižší, než efektivní přenosová (například QAM512 či QAM1024).

Pro přenosy dat se používají právě tyto typy digitálních modulací, i když samotný přenos dat může být před koncovým uživatelem skryt. Příkladem jsou digitální radiostanice (Tetra, Matra, Mototrbo...), které se uživateli jeví jako obyčejné „vysílačky“, ve skutečnosti do prostoru vysílají digitální a třeba šifrovaná data, umožňují vyzvánění a podobné funkce. Čtenáři jistě bližším příkladem je mobilní telefon standardu GSM, který také řeč nejdříve digitalizuje a přenáší ji jako proud digitálních dat, na druhé straně je pak hlas rekonstruován (takže volaný vlastně neslyší Vás, ale uměle syntetizovaný hlas stroje).

Šířka pásma

Pro přenos větších objemů dat potřebuje zvolená digitální modulace využít i jiné kmitočty než pouze jeden hlavní (nosný). Podle toho jak moc se modulátor může od své nosné frekvence vzdálit, rozlišujeme různé šířky přenášených pásem. Příklad, pokud modulátor může využít mimo hlavní frekvence i frekvence až o 25 kHz nižší a vyšší, získáme šířku pásma 50 kHz. Hovoříme pak o komunikačním kanálu o určité šířce a přenosové kapacitě.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Mezi přenosovou kapacitou kanálu a šířkou pásma, kterou lze využít existuje vztah popsáný v Shannonově vzorci. Jeho vysvětlení je mimo rozsah této kapitoly a látky střední školy, zjednodušíme tento vztah na přímo úměrný. V dalším výkladu jej budeme chápat jako 1:1.

Pro získání vyšší přenosové kapacity tedy můžeme zvyšovat šířku pásma – k takové úvaze jistě sami dospějete. Tuto šířku pásma ale nelze zvětšovat neomezeně, z několika důvodů.

Příklad: Mějme komunikační kanál s nosnou frekvencí 1 MHz a šířkou 100 kHz (0,1 MHz), kde přenášíme data rychlostí 4 Mbit/s. Chceme zvýšit přenosovou rychlost na 30 Mbit/s, bez změny použité modulace, pouze změnou šířky pásma. Lze to provést (teoreticky)?

V původní variantě kanál zabírá 0,1 MHz pro rychlost 4 Mbit/s, pro zvýšení rychlosti na 30 Mbit/s bychom museli zvýšit šířku pásma na 0,75 MHz. Při střední frekvenci 1 MHz by tak kanál začínal na frekvenci 0,625 MHz a končil na 1,375 MHz. Teoreticky to tak lze, ale takový komunikační kanál by zabral celé pásmo rozhlasu na středních vlnách, ve kterém jsou provozovány stovky a tisíce kanálů.

Proto služby, vyžadující širší komunikační kanály, přesunujeme do oblastí vyšších frekvencí, kde je pro široké kanály prostoru dostatek.

Znovu náš příklad, ovšem s mírnou úpravou – nosná frekvence bude 2 GHz. Kanál pak bude začínat na 1,999625 GHz a končit na 2,000375 GHz, tedy zabere relativně méně místa, než stejný kanál na frekvencích nižších.

Pro datové komunikace se používají kanály o šířkách řádově v jednotkách a desítkách MHz – umístíme je tedy do pásem nad 1 GHz.

Radiokomunikační řetěz

Tedy množina prvků a zařízení, které ve výsledku realizují přenos datové zprávy z bodu A do bodu B. Nejčastější soustava zahrnuje modulátor-vysílač-vysílací anténu ... přijímací anténu-přijímač-demodulátor.

Mezi anténami je pak vložen volný prostor, označovaný jako éter a v celém řetězci musí být zachována určitá energetická bilance. Jediným zařízením, které do soustavy dodává energii je vysílač (resp. koncový zesilovač) – ostatní prvky tuto energii s větším či menším úspěchem předávají a snaží se minimalizovat ztráty. Takže k poslednímu článku řetězu by se mělo dostat alespoň tolik energie, aby dokázal z přijatého signálu demodulovat a získat původně přenášenou informaci. Komponentou, kde se ztrácí nejvíce energie (přesněji dochází k útlumu) je volný



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

prostor mezi anténami (zmíněný éter). Při znalosti vlastností všech prvků radiokomunikačního řetězce (citlivosti demodulátoru, zisku antén [viz dále] a útlumu volného prostředí), můžeme předem spočítat, kolik energie musí soustavě vysílač dodat, případně zda při omezením množství energie bude řetěz fungovat.

Anténa

Je pasivní součást radiokomunikačního řetězce (která do něj nedodává žádnou energii zvenčí), která zajišťuje přeměnu střídavého elektrického signálu na elektromagnetické vlny a naopak.

Jakýkoliv vodivý předmět se chová jako anténa a obě tyto přeměny neustále provádí, postačuje jeho pouhá existence. Vodič však může být uzpůsoben tak, aby tuto vlastnost (vyzařování a indukci) podporoval nebo potlačoval. V případě antén tak tvarujeme a vybíráme vodiče způsobem, který jejich schopnost vyzařovat maximálně podporuje.

Zásadní jsou v tomto směru fyzické rozměry vodiče, které mají být ve vztahu k frekvenci, jakou chceme do prostoru vyzařovat a případně z něj přijímat. Jakákoliv anténa dokáže vysílat a přijímat veškeré existující frekvence - ale, s ohledem na své rozměry, pouze jednu jedinou (nebo velmi úzký rozsah blízkých frekvencí) vysílá či přijímá efektivně.

Nelze proto vyrobit účinnou anténu pro široký rozsah frekvencí, vždy se jedná o kompromis mezi její univerzálností a účinností (schopností vyzařovat energii, či ji z prostoru přijímat).

Pro příjem pak používáme také antény, přičemž i zde se každý vodivý předmět chová jako anténa a elektromagnetické vlnění z okolí přeměňuje na elektrický proud. Ten ale většinou bez užítku zmaří v teplo, čímž se dále snižuje množství energie (kterou jsme do prostoru složitě dodali vysílačem), které se dostane až k přijímači. Svou konstrukcí pak můžeme antény rozdělit i dle jejich směrovosti.

Základní typ antény vyzařuje energii všemi směry stejně, vytváří tak kolem sebe z elektromagnetických vln jakousi kouli. Pak hovoříme o bodovém či izotropickém zářiči. V praxi ale takovou anténu nelze vyrobit.

Častým typem je pak dipól či půlvlnný zářič – což je rovný vodič v délce přibližně $\lambda/2$, kde λ je délka radiové vlny v prostoru ($\lambda=c/f$ kde c je rychlost světla [cca 300 km/s] a f frekvence v MHz). Příklad – pro frekvenci 92,3 MHz je délka vlny cca 3,25m a velikost $1/2$ vlnné antény



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

pak 1,63 cm. Se zvyšující se frekvencí klesají rozměry antény a u pásem GHz (používaných pro přenosy dat) hovoříme již o centimetrech.

Dipólovou anténu můžeme orientovat vzhledem k povrchu Země buď vodorovně, nebo svisle. Hovoříme pak o polarizaci, která určuje způsob šíření elektromagnetických vln z antény do prostoru. U některých typů antén si můžeme při montáži polarizaci vybrat, je ale nezbytné, aby byla stejná na obou stranách komunikačního řetězu.

V případě velmi nízkých frekvencí, kdy dosahují vlny délek stovek metrů, je vertikální polarizace v praxi obtížně realizovatelná. V oblasti televizních signálů se používají obě, i když v ČR je preferovaná horizontální, kdežto vertikálně vysílají pouze 2 vysílače v ČR (Praha a Brno). Mobilní telefony GSM pak používají šikmé a křížové polarizace – vhodné pro pohybující se objekty atd.

Další vlastností antény je její směrovost. Vhodnou konstrukcí jak samotného zářiče, tak dalších částí antény můžeme dosáhnout toho, že anténa bude energii vyzařovat převážně jedním směrem nebo alespoň do určité výšece prostoru. Pak hovoříme o anténách sektorových nebo směrových. U nich je nutné upravit jejich vzájemnou polohu, aby jejich vyzařovací diagramy směřovaly na sebe. Na druhou stranu energie tak bude využita efektivněji a bez nutnosti zvyšovat výkon vysílače lze výrazně zvětšit vzdálenost komunikujících bodů. Konečným stavem směrovosti jsou pak antény parabolické, které veškerou energii směřují prakticky do jednoho bodu, a to tím intenzivněji, čím větší jsou jejich rozměry. Hovoříme pak o zisku antény (poměr přijaté energie oproti anténě referenční-dipólu).

U radiokomunikací se pak setkáváme s anténami o průměru i několik metrů.

Správa kmitočtového spektra

Radiové spektrum je přírodním bohatstvím, jehož rozsah je omezen fyzikálními vlastnostmi. Je proto zájmem každého státu si využívání radiových frekvencí na svém území kontrolovat a koordinovat. Jak již bylo řečeno v části o šířce pásma – bezhlavým zvyšováním šířky pásma komunikačních kanálů by se velmi rychle vyčerpalo celé kmitočtové spektrum (hlavně v oblasti nižších frekvencí) a další provozovatelé služeb by neměli možnost na trh vstoupit, či vyvíjet nové technologie.

Proto každý stát, prostřednictvím svých orgánů, uděluje povolení k využívání rádiových kmitočtů a vybírá za ně finanční částky – v závislosti na požadované šířce pásma a podobně.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Provozovatele tak nepřímou nutí používat úsporné a efektivní technologie, které si vystačí s nižší šířkou pásma. Zároveň i stát kontroluje, zda někdo neužívá kmitočty bez tohoto oprávnění, případně neruší jiného oprávněného uživatele. Pro toto účely je dozorující orgán (u nás ČTÚ) vybaven technickými prostředky i pravomocemi pro zaměření zdroje rušení, zjištění jeho provozovatele a uložení citelných pokut.

Některé malé části kmitočtového spektra jsou uvolněny pro zvláštní užívání – jako například pásma radioamatérská, kde mohou vysílat všichni držitelé radioamatérských koncesí. Další pásma (většinou kmitočtů z technického hlediska obtížně využitelných) jsou uvolněna k využití komukoliv a označena jako „volná“ (správný výraz je „sdílená“). Některá tato pásma jsou užívána i pro přenos dat, například technologiemi WiFi či Bluetooth v pásmu 2,4 GHz a 5,4 GHz.

V nich může používat radiová zařízení kdokoli bez individuálního oprávnění, podmínkou je pouze použití schváleného typu zařízení (na rozdíl od radioamatérů, kteří si svá zařízení samo staví) a omezení výstupního výkonu. Tato „volnost“ samozřejmě způsobuje vzájemné rušení jednotlivých uživatelů, které by měli řešit vzájemnou dohodou, případně ukončením využívání, pokud žádaný kmitočet užívá již někdo jiný. V praxi se tak ale nepostupuje a zmíněná „sdílená“ pásma jsou zcela zaplněna stovkami a stovkami zařízení, která se vzájemně ruší.

Domácí radiová síť

V domácích podmínkách se nejčastěji setkáme se sítěmi WiFi (což je obchodní název pro technologii standardu IEEE 802.11). V české legislativě se používá i výraz RLAN – neboli radiové LAN. Vystihuje hlavní účel technologie – nahradit (dočasně či krátkodobě) lokální počítačovou síť metalickou či optickou radiovou vrstvou. Tomu odpovídá i předpokládaný rozsah takových sítí – v rámci jedné místnosti nebo několika blízkých kanceláří. V takovém případě pak není ani nutné řešit vzájemné rušení. Je specifikem ČR, že se tato technologie začala masivně používat mimo objekty (kam není a nebyla nikdy určena).

Domácí WiFi síť může pracovat v režimech infrastruktura nebo ad-hoc. Infrastrukturní režim rozlišuje dva druhy uzlů a to AP (accesspoint) a Client. V síti musí být nejméně jeden uzel typu AP a libovolný počet klientů (byť v praxi je vhodně udržet poměr pod 1:20). Tvůrcem sítě je AP, který určuje, jakou komunikační frekvenci bude síť používat (číslo kanálu) a jaký bude



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

její název (SSID). Klienti se tomuto nastavení musí přizpůsobit a být schopni radiově komunikovat jen s AP .

Druhou variantou je režim ad-hoc, kdy síť tvoří sami její účastníci, kteří se musí na jejich provozních parametrech vzájemně dohodnout. Komunikují pak systémem každý s každým a je nutný vzájemný radiový dosah.

WiFi síť může být provozována bez zabezpečení – kdy veškerá data odesílají uzly do prostoru v otevřené podobě, a tedy kdokoliv může jejich provoz nenápadně sledovat – nebo s nějakou formou zabezpečení.

Historicky se jednalo o techniky WEP a WPA, které šifrovaly přenášené pakety pevnými hesly (na kterých se museli uživatelé sítě dohodnout, případně byly nastaveny v AP a klientům je musel sdělit správce. Tyto technologie jsou ale již prolomeny a jako takové považovány za nedostatečné. Pro domácí síť je vhodnější použít třeba WPA2-Personal, ovšem s ohledem na to, že ne všechny WiFi komponenty (zejména starší) takový způsob zabezpečení dokáží realizovat.

Úkoly pro samostatnou práci

- vyberte komponenty pro sestavení Wifi sítě v laboratoři
- nakonfigurujte síť typu ad-hoc
- nakonfigurujte síť typu infrastructure
- zaveďte v síti nejlepší možnou úroveň zabezpečení



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

➤ Zdroje:

✦ Archiv autora